

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.
009045431 **Image available**

WPI Acc No: 1992-172802/199221

XRPX Acc No: N92-130114

Long life thin-film semiconductor device - has silicon semiconductor
layer, gate insulated film, gate electrode on substrate and silicon
nitride film between substrate and semiconductor layer NoAbstract Dwg
1/2

Patent Assignee: NIPPON STEEL CORP (YAWA)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 4111361	A	19920413	JP 90229773	A	19900830	199221 B

Priority Applications (No Type Date): JP 90229773 A 19900830

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 4111361	A	5		

Title Terms: LONG; LIFE; THIN; FILM; SEMICONDUCTOR; DEVICE; SILICON;
SEMICONDUCTOR; LAYER; GATE; INSULATE; FILM; GATE; ELECTRODE;
SUBSTRATE;SILICON; NITRIDE; FILM; SUBSTRATE; SEMICONDUCTOR; LAYER;
NOABSTRACT

Derwent Class: R46; U12

International Patent Class (Additional): H01L-029/78

File Segment: EPI

⑫ 公開特許公報(A) 平4-111361

⑬ Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)4月13日

H 01 L 29/784

9056-4M H 01 L 29/78
9056-4M

3 1 1 G
3 1 1 X

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 薄膜半導体装置

⑯ 特 願 平2-229773

⑰ 出 願 平2(1990)8月30日

⑱ 発 明 者 清水 伸 東京都千代田区大手町2丁目6番3号 新日本製鐵株式会社内

⑲ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 半田 昌男

明 細 書

1. 発明の名称

薄膜半導体装置

2. 特許請求の範囲

基板上にシリコン半導体層、ゲート絶縁膜、及びゲート電極を形成してなる薄膜半導体装置において、

前記基板及びシリコン半導体層との間にシリコン窒化膜を設けるとともに、前記シリコン半導体層の上部にゲート絶縁膜として、又はゲート絶縁膜の一部としてシリコン窒化膜を設けたことを特徴とする薄膜半導体装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、気相成長法(CVD法)やイオン注入法などを用いて基板上にMIS構造の薄膜トランジスタ(TFT又はThin Film Transistor)を形成してなり、液晶デバイスなどに利用されている薄膜半導体装置に関するものである。

(従来の技術)

第2図(a)~(d)は、多結晶シリコンを用いた従来のTFTを形成する工程を示した断面図である。まず、代表的な非晶質基板であるガラスよりなるサブストレータ40の上に減圧CVD法(LP-CVD法)などによって多結晶シリコン層42を堆積させる。この多結晶シリコン層はこのままではグレインの粒径が小さいので、グレインどうしの境界面における格子欠陥の密度が高く電子の移動度が低い。そこで、グレインの粒径を拡大するために500℃で50時間以上アニールする。次に第2図(a)に示すようにホトリソグラフィ技術によってソース、ドレイン及びチャネル、すなわち活性領域となる多結晶シリコン層42を残し、それ以外の部分をエッチングによって除去する。

この多結晶シリコン層42の上に、常圧CVD法(AP-CVD法)などによって第2図(b)に示すようにSiO₂の絶縁膜44を形成し、更にこの上に多結晶シリコン層42を形成したのと同様の方法でゲート電極となるシリコン層46を形

成する。

この状態で、第2図(c)に矢印で示すようにイオン打ち込みを行う。このとき図に示すようにnチャネル型とする場合にはリンイオンなどを打ち込む。一方、pチャネル型とする場合にはホウ素イオンなどを打ち込む。同図に示すように打ち込まれるイオンはゲート電極46の部分において遮られ、その両側の多結晶シリコン部分にのみ打ち込まれ、これによってソース及びドレインが形成される。すなわちセルフアラインメント法による素子形成が行われる。次に第2図(d)に示すように、このゲート電極46の上に更にSiO₂の層間絶縁膜48を形成する。そして、ソースとドレインの上部にコンタクトホールを開孔し、ここにアルミニウム電極を形成する(第2図(d))。

最後に、水素化という工程を行う。この目的は多結晶シリコンの各グレインの内部にあるシリコン原子のダングリングボンドに水素原子を結合させることにより、等価的に格子欠陥を低減させて

れによって高い電子の移動度を有する薄膜半導体装置を提供することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

上記の目的を達成するための本発明は、基板上にシリコン半導体層、ゲート絶縁膜、及びゲート電極を形成してなる薄膜半導体装置において、前記基板及びシリコン半導体層との間にシリコン窒化膜を設けるとともに、前記シリコン半導体層の上部にゲート絶縁膜として、又はゲート絶縁膜の一部としてシリコン窒化膜を設けたことを特徴とするものである。

(作用)

本発明は前記の構成により、シリコン窒化膜は非常に多くの水素を含有しているとともに、水素の拡散を抑える性質があるので、このシリコン窒化膜を多結晶シリコン層の下層に設けることにより、グレインを拡大するための熱処理などを行っている期間中に多結晶シリコン層より水素が離脱しても、多量の水素を含有するシリコン窒化膜からこの離脱した分以上の水素を補給することがで

電子の移動度を高めることにある。この工程は、まず水素プラズマ、あるいは水素を多く含んだシリコン窒化膜を用いて水素アニールを行うことにより、シリコン内に水素を導入する。この水素化を行うことにより、移動度を $1 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ 程度から $50 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ 程度まで向上させることができる。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、従来の方法で水素化を行った場合、その後に多結晶シリコン層42の内部から水素の一部が離脱する。この理由は、多結晶シリコン層の上に形成されたSiO₂が水素を拡散しやすいという性質を持っているからである。このように素子形成を行った後に多結晶シリコン層42から水素が離脱すると、多結晶シリコン層42の電子の移動度が低下し、素子の動作速度が低下するという問題がある。

本発明は上記事情に基づいてなされたものであり、素子を形成した後も多結晶シリコン層の中の水素原子の高い含有量を保持することができ、こ

きる。

また、シリコン窒化膜は水素原子の拡散を抑制する働きも持っているため、ゲート絶縁膜又はその一部として多結晶シリコンの上層に設けたシリコン窒化膜により、多結晶シリコン層へ水素を導入すると同時に多結晶シリコン層からの水素の離脱を防ぐことができる。

更に、活性領域内の水素密度を高めたことによりシリコン原子のダングリングボンドの密度を軽減して、多結晶シリコン層の電子の移動度を大きくすることができる。

(実施例)

以下に図面を参照しつつ本発明の実施例について説明する。第1図(a)～(d)は本発明の一実施例の薄膜トランジスタ(TFT)の製造工程を示す断面図である。まず第1図(a)においてガラスなどの非晶質よりなるサブストレータ10の上に、プラズマCVD又はLPCVDによってシリコン窒化膜(SiN)12を形成する。このとき用いるガス系としてはSiH₄-NH₃系や

SiH₄-N₂系などが一般的である。このシリコン窒化膜は後述のようにパッシベーション膜としても通している。

このシリコン窒化膜12の上にトランジスタの活性層、すなわちチャネル、ソース、及びドレインとなる多結晶シリコン層14を形成する。この形成方法は従来の場合と同様に減圧CVD法(LPCVD法)などによって多結晶シリコン層14を増積させた後、ホトリソグラフィ技術によって不要な部分をエッチングして所定の部分のみを残す。

このようにして多結晶シリコン層14を形成した上に、第1図(b)に示すようにプラズマCVD法などによって再びシリコン窒化膜16を形成し、シリコン窒化膜12と16によって多結晶シリコン層14を挟み込むサンドイッチ構造を形成する。更にこのシリコン窒化膜16の上にSiO₂の酸化膜18を形成し、シリコン窒化膜16と酸化膜18の両者によってゲート絶縁膜とする。ただし、この酸化膜の形成を省略してシリコン窒

化膜のみのゲート絶縁膜とすることもできるし、またシリコン窒化膜16と酸化膜18とは形成の順序を逆にしてもよい。更に、シリコン窒化膜18は多層状になるように形成してもよい。このシリコン窒化膜16と酸化膜18との合計の厚さは数百オングストローム程度とする。

第1図(c)に示すように酸化膜18の上にはゲート電極20を形成する。この形成方法は活性層14を形成した場合と同様に、LPCVD法によってシリコン層を増積させた後ホトリソグラフィ技術によって所定の形状の電極を残しそれ以外の部分をエッチングで除去する。この場合ゲート電極20は活性層14よりも小さく形成する。

次に、第1図(c)に矢印で示すようにイオン打ち込みを行う。この場合ソース及びドレインをn型又はn⁺型とするときはリンイオンなどを打ち込み、p型又はp⁺型とするときにはホウ素イオンなどを打ち込む。打ち込まれたイオンのうちゲート電極20に当たるものはゲート電極20によって遮られ、それ以外のイオンは酸化膜18及

びシリコン窒化膜16を透過して活性層14の両側の部分に注入される。これによってこれらの部分が所定の伝導型となり、ソース及びドレインが形成される。このようにソースとドレインはセルフアラインメント法によって形成される。

ここで、多結晶シリコン層14のグレインの粒径の拡大と、注入されたイオン、すなわちドーパントの活性化とを兼ねて、500℃でアニールする。このとき多結晶シリコン層14に含まれている水素原子が熱によって離脱しようとするが、この上層及び下層に設けたシリコン窒化膜12、16に水素原子の拡散を抑える働きがあるため、多結晶シリコン層14から水素原子が離脱するのを防止する。更に、このシリコン窒化膜12、16自体に非常に多くの水素原子が含まれていることが知られており、ここから多結晶シリコン層14内へ水素原子が補給されるので、多結晶シリコン層14の水素原子密度は非常に高くなる。

このように多結晶シリコン層14の水素密度が高まると、水素原子はシリコンのダングリングボ

ンドと結合するので、等価的にシリコンの格子欠陥の密度を低減させることができる。これによって電子の移動度は向上し、形成される薄膜トランジスタの動作速度を高めることができる。更に、水素原子が多結晶シリコン層14から離脱しにくいため、電子の高い移動度が長期間維持され、このため薄膜トランジスタの寿命が延びるという利点がある。

その後、第1図(d)に示すように数千オングストローム程度の膜厚の層間絶縁膜22を形成する。このとき必要に応じて層間絶縁膜22の一部をシリコン窒化膜22aとし、その他の部分をSiO₂の酸化膜とすることができる。このようにすることにより、数百オングストロームと非常に薄いシリコン窒化膜16の働きを補うことができるからである。更にこの層間絶縁膜22の上に各電極との配線を行うためのコンタクトホール24、26、28を開孔し、この中にアルミニウム電極30、32、34を形成する。

この後、必要に応じて従来の場合と同様に、他

結晶シリコン層14に水素を導入すべく水素化の工程を行ってもよい。しかし多結晶シリコン層14の上層及び下層にはシリコン窒化膜12及び16が設けられ、これらが上述のような働きをすることから、多結晶シリコン層14内の水素原子密度はもともとかなり高い。したがってこの水素化の工程を行うとしても、それにかかる時間は従来に比べてかなり短くて済み、製造時間の短縮につながるという利点がある。

更に、シリコン窒化膜には次のような優れたパッシベーション作用があるため、サブストレータ10と多結晶シリコン層14との間にシリコン窒化膜12を設けたことにより、以下のような劇的な作用が得られる。すなわち、サブストレータ10として一般的に用いられるガラスには、多量のナトリウムイオンが含まれている。このナトリウムイオンは可動性イオンとして知られ、ガラスの内部で自由に移動する。このため多結晶シリコン層14をサブストレータ10の上に直接形成すると、このナトリウムイオンが多結晶シリコン層

14の内部に入り込み、薄膜トランジスタの特性の低下を招くという問題がある。しかし、シリコン窒化膜はナトリウムを遮る働きがあるので、サブストレータ10と多結晶シリコン層14との間にシリコン窒化膜14を設けることにより多結晶シリコン層14へのナトリウムイオンの混入を防止することができ、薄膜トランジスタの特性の低下を防ぐことができる。更に、このシリコン窒化膜は水分の侵入や放射線の照射に対しても強い耐性を持っている。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、多結晶シリコン層の水素原子密度を高めて、多結晶シリコン層のダングリングボンドを低減することができ、これにより電子の移動度を大きくして、動作速度の高速化を図ることができ、更に多結晶シリコン層の水素が離脱しにくいことから高い水素密度が長期間維持され、長寿命化を図ることができる薄膜半導体装置を提供することができる。

また、本発明によればサブストレータと多結晶

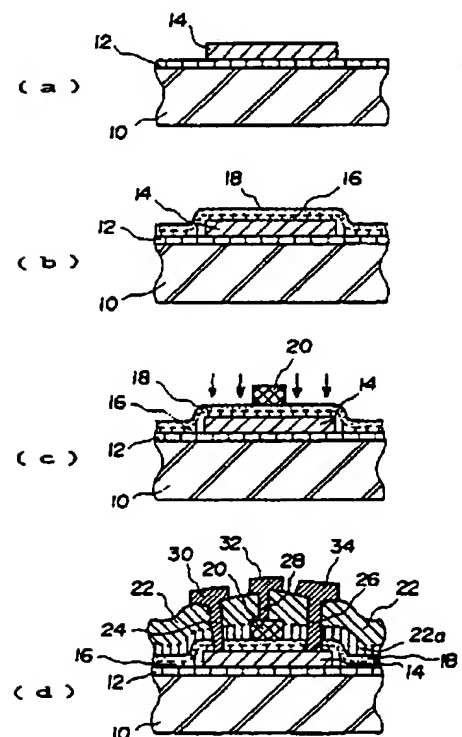
シリコン層との間にシリコン窒化膜を設けたことにより、このシリコン窒化膜によってサブストレータから多結晶シリコン層へのナトリウムイオンなどの混入を防止することができ、したがって特性の低下を防ぐことができる薄膜半導体装置を提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

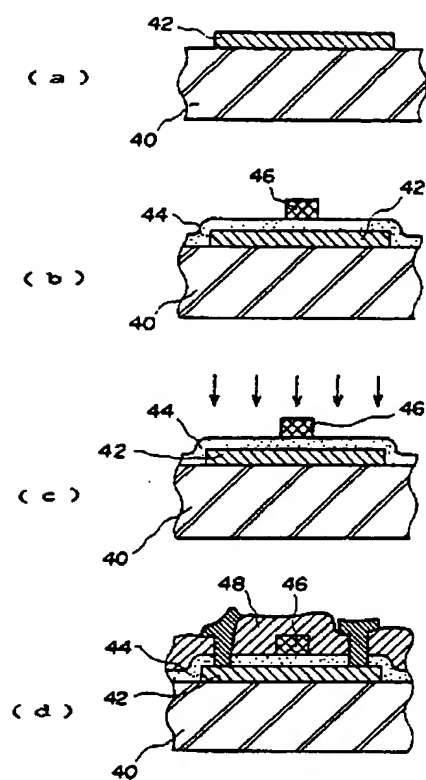
第1図(a)～(d)は本発明の一実施例の薄膜トランジスタを形成する工程を順を追って示した断面図、第2図(a)～(d)は従来の薄膜トランジスタを形成する工程を順を追って示した断面図である。

- 10・・・サブストレータ、
- 12、16・・・シリコン窒化膜、
- 14・・・多結晶シリコン層、18・・・酸化膜、
- 20・・・ゲート電極、22・・・層間絶縁膜、
- 24、26、28・・・コンタクトホール、
- 30、32、34・・・アルミニウム電極。

第1図



第2図



DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

03746261 **Image available**

THIN-FILM SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.: 04-111361 [JP 4111361 A]

PUBLISHED: April 13, 1992 (19920413)

INVENTOR(s): SHIMIZU SHIN

APPLICANT(s): NIPPON STEEL CORP [000665] (A Japanese Company or
Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 02-229773 [JP 90229773]

FILED: August 30, 1990 (19900830)

INTL CLASS: [5] H01L-029/784

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R096 (ELECTRONIC MATERIALS -- Glass Conductors); R097
(ELECTRONIC MATERIALS -- Metal Oxide Semiconductors, MOS);
R100 (ELECTRONIC MATERIALS -- Ion Implantation)

JOURNAL: Section: E, Section No. 1242, Vol. 16, No. 354, Pg. 33, July
30, 1992 (19920730)

ABSTRACT

PURPOSE: To keep the high content of hydrogen atoms in a polycrystalline silicon layer even after an element is formed by a method wherein a silicon nitride film is formed at the lower layer of the polycrystalline silicon layer.

CONSTITUTION: A silicon nitride film 12 and a polycrystalline silicon layer 14 are formed on a substrate 10. A silicon nitride film 16 is formed again on it; in addition, an oxide film 18 and a gate electrode 20 are formed. Then, ions are implanted; after that, an annealing operation is executed. At this time, hydrogen atoms contained in the silicon layer 14 are going to be separated by heat. However, since the silicon nitride films 12, 16 formed at its upper layer and its lower layer function to restrain the hydrogen atoms from being diffused, it is possible to prevent the hydrogen atoms from being separated from the silicon layer 14. In addition, since very many hydrogen atoms are contained in the silicon nitride films 12, 16, the hydrogen atoms are replenished into the silicon layer 14 from them and a hydrogen atoms density becomes very high.